

**PABRIK PENTA SODIUM TRIPHOSPHATE DARI
SODA API DAN ASAM PHOSPHATE DENGAN PROSES
DUA TAHAP**

PRA RENCANA PABRIK



Oleh :

PUSPITA ERKA TAMARA
0831010036

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2012**

**PABRIK PENTA SODIUM TRIPHOSPHATE DARI SODA
API DAN ASAM PHOSPHATE DENGAN PROSES
DUA TAHAP**

PRA RENCANA PABRIK



Oleh :

PUSPITA ERKA TAMARA
NPM: 0831010036

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2012**

PABRIK PENTA SODIUM TRIPHOSPHATE DARI SODA API DAN ASAM PHOSPHATE DENGAN PROSES

DUA TAHAP

PRA RENCANA PABRIK

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana
Program Studi Teknik Kimia

Oleh :

PUSPITA ERKA TAMARA
NPM: 0831010036

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
2012**

**PABRIK PENTA SODIUM TRIPHOSPHATE DARI SODA
API DAN ASAM PHOSPHATE DENGAN PROSES
DUA TAHAP**

LEMBAR PERSETUJUAN

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana
Program Studi Teknik Kimia**

Oleh :

PUSPITA ERKA TAMARA
NPM: 0831010036

Surabaya, 17 Februari 2012

Disetujui dan diterima baik oleh :

Pembimbing :

Ir. Suprihatin, MT

PRA RENCANA PABRIK
PABRIK PENTA SODIUM TRIPHOSPHATE DARI SODA API DAN
ASAM PHOSPHATE DENGAN PROSES
DUA TAHAP

Disusun Oleh :

PUSPITA ERKA TAMARA
0831010036

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Dosen Penguji
Pada tanggal 17 Februari 2012

TIM PENGUJI :

DOSEN PEMBIMBING :

1.

Ir. Retno Dewati, MT
NIP. 19600112 198703 2 001

Ir. Suprihatin, MT
NIP. 19630508 199203 2 001

2.

Ir. Dwi Hery Astuti, MT
NIP. 19590520 198703 2 001

3.

Ir. Titi Susilowati, MT
NIP. 19600422 198703 2 008

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknologi Industri
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Ir. Sutiyono, MT
NIP. 19600713 198703 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

PRA RENCANA PABRIK

PABRIK PENTA SODIUM TRIPHOSPHATE DARI SODA API DAN ASAM PHOSPHATE DENGAN PROSES DUA TAHAP

Oleh :

PUSPITA ERKA TAMARA
NPM: 0831010036

Surabaya, 17 Februari 2012

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Lisan periode IV tahun 2011 / 2012

Mengetahui,

Dosen Pembimbing :

Ir. Suprihatin, MT

LEMBAR PERSETUJUAN

Mahasiswa dengan nama dan NPM yang tertera dibawah ini:

NAMA : PUSPITA ERKA TAMARA
NPM / PROGDI : 0831010036 / Teknik Kimia

Telah menyelesaikan tugas akhir dan disetujui untuk mengikuti Ujian Negara Lisan periode IV Tahun Akademik 2011 – 2012

1. PRA RENCANA PABRIK (DESIGN/ TA)

Judul : PABRIK PENTA SODIUM TRIPHOSPHATE DARI SODA API
DAN ASAM PHOSPHATE DENGAN PROSES DUA TAHAP

2. SKRIPSI

Judul : KAJIAN PROSES ISOLASI α – SELULOSA DARI LIMBAH
BATANG TANAMAN MANIHOT ESCULENTA CRANTZ
YANG EFISIEN

3. LKN

Judul : PROSES PRODUKSI DAN UJI KUALITAS PELUMAS DI
LABORATORIUM UNIT PRODUKSI PELUMAS PT.
PERTAMINA (PERSERO) SURABAYA

Dosen Pembimbing
Design/ TA

Dosen Pembimbing
SKRIPSI

Dosen Pembimbing
PKL

Ir. Suprihatin, MT
NIP. 19630508 199203 2 001

Ir. Ketut Sumada, MS
NIP. 19620118 198803 1 001

Ir. Retno Dewati, MT
NIP. 19600112 198703 2 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Kimia
UPN “Veteran” Jawa Timur

Ir. Retno Dewati, MT
NIP. 19600112 198703 2 001

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya, maka penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul : “Pabrik Penta Sodium Triphosphate dari Soda Api dan Asam Phosphate dengan Proses Dua Tahap“ yang merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik program studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Atas tersusunnya Tugas Akhir ini saya sebagai penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Sutiyono , MT , selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ir. Retno Dewati, MT , selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ir. Suprihatin, MT , selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Seluruh Karyawan dan Staf TU Fakultas Teknologi Industri yang telah membantu dalam proses surat menyurat dan pendaftaran ujian
5. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan moril dan material dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir.
6. Semua pihak yang telah banyak membantu tersusunnya Tugas Akhir ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu .

Penyusun menyadari bahwa isi dari laporan Tugas Akhir ini sangat jauh dari sempurna, maka penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca.

Akhir kata penyusun berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Indonesia .

Surabaya, 27 Januari 2012

Penyusun

INTISARI

Bahan baku proses produksi penta sodium triphosphate berupa soda api dan asam phosphate. Soda api dan asam phosphate dari gudang dan tangki penampung dipompa menuju ke tangki netralizer dan dikondisikan pada suhu 60 °C dan tekanan 1 atm, dengan waktu tinggal sekitar 2 jam. Reaksi yang terjadi menghasilkan garam orthophosphate dan air. Produk keluar dari tangki netralizer kemudian dilakukan pengeringan dengan spray dryer dan dilakukan kalsinasi dengan rotary kiln setelah itu terbentuklah penta sodium triphosphate dan sodium pyrophosphate.

Kebutuhan pendingin di peroleh dari air pendingin. Kebutuhan listrik di peroleh dari PLN, dan untuk air pendingin diperoleh dari sungai terdekat. Pabrik ini menggunakan sistem organisasi Perseroan Terbatas (PT), dengan bentuk organisasi garis dan staf.

Pabrik ini direncanakan bekerja secara kontinyu dengan waktu produksi 330 hari per tahun .

Dari hasil perhitungan dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Kapasitas Produksi : 50.000 ton / tahun
2. Bentuk organisasi : Perseroan Terbatas
3. Sistem organisasi : Garis dan Staf
4. Lokasi Pabrik : Gresik Jawa Timur
5. Produk $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$: 7427.2133 kg / jam
6. Bahan baku
 - a. Soda api : 3469.7152 kg / jam
 - b. H_3PO_4 : 6719.1971 kg / jam
7. Kebutuhan utilitas
 - Bahan bakar : 1368.4603 lt / hari
 - Air : 4746.5536 m³ / hari
 - Listrik : 538.3910 kWh
8. Analisa ekonomi
 - Modal Tetap (FCI) : Rp. 382,034,042,565.01
 - Modal Kerja (WCI) : Rp. 6,930,776,079.97
 - Investasi Total (TCI) : Rp. 388,964,818,644.98
 - IRR : 28.19 %
 - ROE : 40.88 %
 - POP : 3.45 tahun
 - BEP : 38.81 %

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
INTISARI	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR GRAFIK	vi
Bab I Pendahuluan	I - 1
Bab II Pemilihan dan Uraian Proses	II - 1
Bab III Neraca Massa	III -1
Bab IV Neraca Panas	IV -1
Bab V Spesifikasi Peralatan	V - 1
Bab VI Perencanaan Alat Utama	VI -1
Bab VII Instrumentasi dan Keselamatan Kerja	VII-1
Bab VIII Utilitas	VIII-1
Bab IX Lokasi dan Tata Letak Pabrik	IX -1
Bab X Organisasi Perusahaan	X -1
Bab XI Analisa Ekonomi	XI -1
Bab XII Kesimpulan	XII-1
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Perbedaan proses satu tahap dan dua tahap	II - 3
Tabel VII.1	Nama – nama alat dan bagian peralatan yang dikontrol	VII - 4
Tabel VII.2	Fasilitas-fasilitas yang dapat menunjang keselamatan kerja para karyawan	VII - 6
Tabel VIII.1	Standart Baku Mutu Air Bersih berdasarkan KepMenKes No.492 Tahun 2010	VIII - 2
Tabel VIII.2	Kebutuhan air proses untuk pabrik	VIII - 3
Tabel VIII.3	Kebutuhan air pendingin untuk pabrik	VIII - 3
Tabel VIII.4	Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Proses	VIII - 48
Tabel VIII.5	Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Utilitas	VIII - 49
Tabel VIII.6	Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan	VIII - 50
Tabel VIII.7	Jumlah lampu mercury yang dibutuhkan	VIII - 51
Tabel IX.1	Perkiraan Luas Pabrik	IX - 8
Tabel X.1	Jumlah karyawan Pabrik Penta Sodium Triphosphate	X - 9
Tabel X.2	Perincian Jumlah Tenaga Kerja Dan Gaji	X - 10
Tabel X.3	Jadwal kerja karyawan proses	X - 12
Tabel XI.1	Biaya Total Produksi dalam Berbagai Kapasitas	XI - 6
Tabel XI.2	Modal sendiri pada tahun konstruksi	XI - 7
Tabel XI.3	Modal pinjaman pada tahun konstruksi	XI - 7
Tabel XI.4	<i>Cash Flow</i>	XI - 10
Tabel XI.5	<i>Internal Rate of Return (IRR)</i>	XI - 11
Tabel XI.6	<i>Rate On Equity (ROE)</i>	XI - 12
Tabel XI.7	<i>Pay Out Periode (POP)</i>	XI - 13
Tabel XI.8	Data untuk grafik BEP	XI - 15

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Plant diagram untuk produksi triphosphate	II - 2
Gambar II.2	Plant diagram untuk membuat padatan Penta Sodium Triphosphate	II - 3
Gambar IX.1	Peta Wilayah Kabupaten Gresik	IX - 6
Gambar IX.2	Peta Lokasi Pabrik Penta Sodium Triphosphate	IX - 7
Gambar IX.3	Tata Letak Pabrik	IX - 9
Gambar IX.4	Tata Letak Peralatan	IX - 10
Gambar X.1	Bagan Struktur Organisasi Perusahaan	X - 3

DAFTAR GRAFIK

Grafik XI.1 Break Even Point (BEP)

XI - 15

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan pupuk buatan, asam phosphate, garam – garam phosphate dan turunannya telah meningkat dengan pesat, terutama karena promosi yang telah dilakukan dengan agresif oleh perusahaan – perusahaan pembuatannya serta oleh badan federal di Amerika Serikat. Namun sebelum konsumsi bahan – bahan itu dapat berkembang sepenuhnya, proses – proses pembuatannya masih harus disempurnakan agar lebih efisien dan lebih murah.

Dalam beberapa dasawarsa terakhir industri phosphate mengalami banyak kemajuan dalam menurunkan biaya produksi. Hal itulah yang menyebabkan phosphor, asam phosphate dan garam – garamnya dipakai dalam bidang yang lebih luas dan banyak dibuat turunan barunya. Diantara kegunaannya adalah sebagai bahan baku deterjen, karena phosphate tidak lagi terbatas pada bahan anorganik sederhana seperti anggapan kita.

Di Indonesia pada tahun 1970, deterjen belum dapat diterima sebagai pengganti sabun cuci, tetapi sekarang pemakaian deterjen semakin banyak dan pemakaian sabun cuci sebaliknya. Hal ini disebabkan karena sabun cuci merupakan bahan pencuci yang dibuat dari minyak atau lemak yang diperoleh dari sumber hewani dan nabati, tetapi bahan baku tersebut tersedia dalam jumlah yang terbatas sedangkan laju pertumbuhan penduduk semakin meningkat.

PT. Petrocentral adalah produsen tunggal Penta Sodium Triphosphate ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) di Indonesia dengan kapasitas produksi sebesar 39.000 ton per tahun dan sebagian diimpor.

Faktor-faktor yang mempengaruhi berdirinya pabrik Penta Sodium Triphosphate adalah:

1. Potensi bahan baku tersedia di Indonesia
2. Adanya cukup permintaan dari dalam negeri
3. Masih di importnya dari luar negeri untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri

Dengan memandang segala ketentuan tersebut di atas dan berpihak pada prospek, maka dipandang perlu untuk didirikan pabrik Penta Sodium Triphosphate di Indonesia, mengingat fungsi Penta Sodium Triphosphate yang sangat berguna yaitu sebagai kompleks *hardness*, memperbaiki kualitas air dan juga sebagai pembersih. Maka pendirian pabrik Penta Sodium Triphosphate mempunyai dampak positif yaitu merangsang pertumbuhan industri deterjen di Indonesia sekaligus penghematan devisa dan juga dapat menciptakan lapangan kerja baru.

1.2. Sejarah Singkat Penta Sodium Triphosphate

Penta Sodium Triphosphate ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) atau dengan nama lain Sodium Tripolyphosphate (STPP) untuk pertama kali ditemukan oleh Schwartz pada tahun 1895 merupakan salah satu bentuk dari phosphate, dimana phosphate merupakan dasar utama dari senyawa – senyawa kimia golongan phosphorus yang mempunyai banyak sekali kegunaan.

1.3. Spesifikasi Bahan Baku

Bahan baku pembuatan Penta Sodium Triphosphate adalah soda api dan asam phosphate. Disini soda api sebagai sumber sodium sedangkan asam phosphate sebagai sumber phosphor. Sebenarnya bahan baku soda api dapat digantikan oleh soda ash tetapi soda ash mempunyai sifat kelarutan yang lebih kecil terhadap air dibandingkan soda api, sehingga memerlukan biaya yang lebih besar untuk melarutkan soda ash tersebut sehingga tidak ekonomis.

1.3.1. Asam phosphate

- Sifat – sifat kimia
 - a. Rumus kimia = H_3PO_4
 - b. Berat molekul = 98
 - c. Komposisi = $\pm 75 \%$
 - d. Panas pembentukan = $-300,74 \text{ Kcal/gmol}$
 - e. Panas pelarutan = $2,79 \text{ Kcal/gmol}$ (mempunyai bentuk kristal pada konsentrasi diatas 80%)
 - f. Akan berubah menjadi anhydrate pada suhu 150°C
 - g. Akan berubah menjadi pyro phosphoric acid pada suhu 200°C
 - h. Akan berubah menjadi meta phosphoric acid pada suhu 300°C
 - i. Kristal pada suhu 30°C mempunyai komposisi $2\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ yang merupakan tribasis
 - K_1 pada suhu $25^\circ\text{C} = 7,52 \cdot 10^{-3}$
 - K_2 pada suhu $25^\circ\text{C} = 6,23 \cdot 10^{-8}$
 - K_3 pada suhu $25^\circ\text{C} = 3,00 \cdot 10^{-13}$
- Sifat – sifat fisika
 - b. Kristal berbentuk orthorombik
 - c. Liquida tak berwarna, tak berbau dan jernih
 - d. Lebih keras dibanding asam asetat, asam silikat, asam borak, akan tetapi lebih lunak dibanding asam sulfat dan asam kromat
 - e. Korosif terhadap logam dan alloy
 - f. Dapat disimpan pada kontainer yang terbuat dari stainless steel
 - g. Untuk asam phosphate 75 % berat :
 - Specific gravity = 1,572 pada 30°C
 - Freezing point = $-17,5^\circ\text{C}$ (dan pada keadaan 75 % berat)
 - Melting point = $42,35^\circ\text{C}$ (dan pada keadaan murni 100 % mempunyai melting point = $29,25^\circ\text{C}$)
 - Boiling point = 135°C
 - pH = 0,85 pada 20°C

1.3.2. Soda api

- Sifat – sifat kimia
 - a. Rumus kimia = NaOH
 - b. Berat molekul = 40
 - c. Komposisi = 99 %
 - d. Tidak larut dalam alkohol
 - e. Merupakan larutan berbasa kuat (pH = 11,6 (solution))
 - f. Larut dalam air = 42 gr / 100 gr H₂O pada 0 °C
= 174 gr / 100 gr H₂O pada 60 °C
- Sifat – sifat fisika
 - a. Nama lain = sodium hidroksida, soda alkali, kaustik soda
 - b. Berbentuk kristal berwarna putih (granule putih)
 - c. Tidak mudah terbakar
 - d. Tidak beracun
 - e. Cp pada 25 °C = 1043,01 joule / kg °K = 249,3 cal / kg °K
 - f. Density pada 20 °C = 2,533 gr / cm³
 - g. Melting point = 318,4 °C
 - h. Boiling point = 1390 °C
 - i. Specific gravity = 2,13

1.3.3. Penta Sodium Triphosphate

- Sifat – sifat kimia
 - a. Rumus molekul = Na₅P₃O₁₀
 - b. Berat Molekul = 368
 - c. Garam Na₅P₃O₁₀ mempunyai formula yang sama dengan 5Na₂O₃P₂O₅ atau dapat dikatakan komposisi Na₅P₃O₁₀ adalah 5Na₂O₃P₂O₅.
- Hidrolisa dari Penta Sodium Triphosphate menghasilkan Pyrophosphate dan Orthophosphate
$$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{NaH}_2\text{PO}_4$$

-
- Sifat – sifat fisika
 - a. Berupa butiran putih agak higroskopis
 - b. Tidak mengandung air (anhydrous)
 - c. Sedikit beracun
 - d. pH adalah 9,7 – 9,9 (1 % larutan pada 25 °C)
 - e. Merupakan sifat diantara tetra sodium pyrophosphate dan metaphosphate
 - f. Dapat menimbulkan iritasi pada selaput pernapasan
 - g. Larut dalam air
 - 1. Pada 25 °C kelarutan 14,6 gram / 100 ml, panas kelarutan = 16,1 kkal / mol
 - 2. Pada 100 °C kelarutan 86,5 gram / 100 ml, panas kelarutan = 14,0 kkal / mol
 - 3. Hexahidrat, panas kelarutan = 2,6 kkal / mol
 - h. Boiling point = 622 °C
 - i. Titik transisi = 417 ± 8 °C
 - j. Titik leleh = 625 °C
 - k. Specific Gravity = 2,57 – 2,62
 - l. Larut dalam air = 2,26 gr / 100 gr H₂O pada 0 °C
45 gr / 100 gr H₂O pada 96 °C
 - m. Density = 1,5 min; 0,35 – 0,99 g / cm³
 - n. Kandungan Penta Sodium Triphosphate = 98,92 %
 - o. Kandungan pyrophosphate = 1,08 %

1.4. Spesifikasi Produk (Penta Sodium Triphosphate)

Garam – garam Triphosphate pada umumnya diproduksi dengan dehidrasi thermal campuran garam – garam phosphate. Walaupun sejumlah garam Triphosphate hanya garam penta sodium yang penting.

Penta Sodium Triphosphate ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) adalah garam penta sodium dari anion triphosphate. Ada tiga jenis bentuk kristal dari $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ yaitu dua jenis bentuk anhidrat dan yang ketiga adalah hexahidrat.

Penta Sodium Triphosphate anhydrous Bentuk I (STP-I, STP phase-I, $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ -I) adalah bentuk pada temperatur tinggi dan secara termodinamika merupakan fase yang stabil, Jenis ini bersifat menggumpal. Penta Sodium Triphosphate Bentuk II (STP-II, STP phase-II, $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ -II) adalah bentuk pada temperatur rendah, Jenis ini bersifat hablur. STP-II dapat berubah dengan mudah ke STP-I dengan pemanasan di atas $417 \pm 8^\circ\text{C}$, temperatur transisi. Kebalikan reaksi, STP-I \rightarrow STP-II, dibawah $417 \pm 8^\circ\text{C}$ merupakan perubahan besar yang lambat, sehingga, kedua bentuk anhydrous dari Penta Sodium Triphosphate dapat berubah stabil dan berdampingan pada temperatur kamar.

Struktur STP-I dan STP-II mempunyai pokok susunan ion dari kationnya. Dalam STP-II seluruh ion sodium berhubungan dengan oksigen secara octahedral dimana pada STP-I beberapa ion sodium dikelilingi oleh hanya 4 atom oksigen. Dua bentuk anhidrat STPP dapat dibedakan dengan difraksi sinar X atau infra merah dan spektroskopi raman.

Selain kedua struktur anhidrat diatas, terdapat jenis struktur yang lain, yaitu hexahidrat. $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ terbentuk dengan penambahan bentuk anhidrat STPP yang lain ke dalam air atau hidrolisa sodium trimetaphosphate (NaPO_3)₃ dalam media alkali. Stabil pada temperatur kamar tetapi terdegradasi dengan cepat menjadi pyrophosphate dan phosphate bila dipanaskan mendekati 100°C .

Penta Sodium Triphosphate diproduksi secara komersial dengan kalsinasi campuran mono dan disodium phosphate dengan rasio Na : P adalah 5 : 3. Proporsi dari dua fase Penta Sodium Triphosphate tersebut dikontrol oleh kondisi kalsinasi. Penta Sodium Triphosphate dipasaran biasanya mengandung

sejumlah tetrasodium pyrophosphate dan beberapa trimetaphosphate serta sejumlah kecil orthophosphate yang tidak terkonversi.

Bentuk STP-I dan STP-II dalam Penta Sodium Triphosphate komersial ditentukan dengan mengontrol waktu dan temperatur selama kalsinasi. Dibawah suhu 175°C semua P_2O_5 yang tertinggal berupa orthophosphate. Pada range suhu 175 – 200°C, sebagian kecil orthophosphate telah berubah menjadi kristal $Na_4P_2O_7$, ini berarti terdekomposisi membentuk polyphosphate. Disekitar suhu 200°C $Na_5P_3O_{10}$ mulai terbentuk secara perlahan-lahan dan pada suhu 300 °C reaksi pembentukan $Na_5P_3O_{10}$ relatif lebih cepat. Menurut deteksi yang telah dilakukan, suhu terendah dimana $Na_5P_3O_{10}$ mulai terbentuk perlahan-lahan pada suhu 150 °C. Pada range suhu 350 – 400 °C, semua komposisi orthophosphate telah terkonversi menjadi $Na_5P_3O_{10}$ bentuk II. Dibawah kondisi normal, pada temperatur final 450 – 850 °C dan kemudian didinginkan, didapatkan bahwa pada range suhu 400 – 500 °C $Na_5P_3O_{10}$ bentuk II berubah dengan cepat menjadi $Na_5P_3O_{10}$ bentuk I. Perubahan ini biasanya tidak sempurna, pada saat suhu lebih besar atau sama dengan biasanya masih mengandung 3 – 60% $Na_5P_3O_{10}$ bentuk II.

Dalam kebanyakan proses, temperatur akhir yang mendekati 450 °C menghasilkan suatu produk yang mengandung 30 % STP-I yang dibutuhkan dalam pembuatan deterjen.

1.5. Kegunaan Penta Sodium Triphosphate

Penta Sodium Triphosphate telah diperkenalkan pada tahun 1940-an sebagai bahan baku utama (*builder*) deterjen yang berguna sebagai "water softener" sehingga dapat meningkatkan daya bersih deterjen. Penta Sodium Triphosphate digunakan dalam pembuatan formula pembersih, termasuk didalamnya adalah produk-produk *household*, formula pencuci piring, pencuci mobil dan sejumlah industri pembersih lainnya.

Untuk meningkatkan kualitas makanan, Penta Sodium Triphosphate digunakan untuk mengawetkan daging, unggas dan pakan ternak. Pengolahan dengan Penta Sodium Triphosphate memperbaiki kualitas dari beberapa jenis produk makanan laut.

Penta Sodium Triphosphate juga dipergunakan untuk meningkatkan kualitas material secara teknis seperti clay processing, pelunakan air, proses pembuatan tekstil, pengeboran atau penggalian tanah, pulp dan kertas, karet, pembuatan cat manufaktur keramik dan penambangan.

BAB II

PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES

II.1. Macam proses

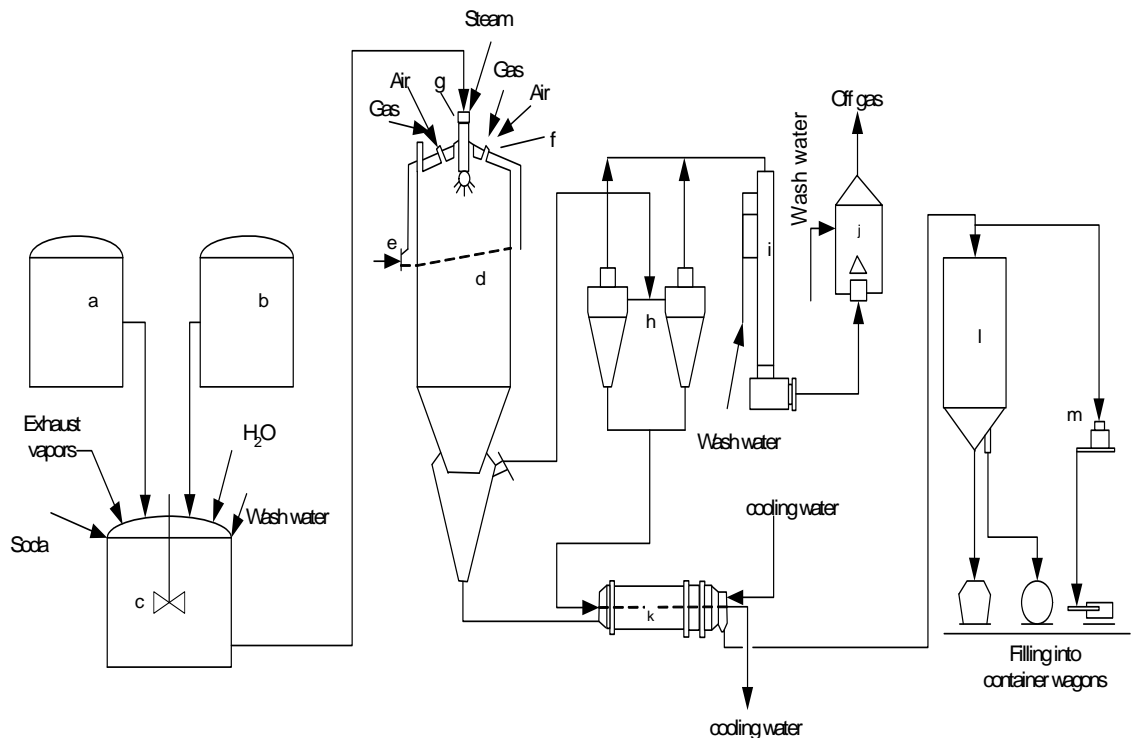
Pada dasarnya proses Penta Sodium Triphosphate hanya ada satu cara proses pengeringan dan polikondensasi (Drying and Polycondensation Process) yang membedakan proses pembuatan Penta Sodium Triphosphate adalah jumlah tahap proses yang dipakai dan peralatan yang dipakai. Pada proses pengeringan dan polikondensasi dalam pembuatan Penta Sodium Triphosphate ada dua macam tahap yang membedakan yaitu:

1. Proses pengeringan polikondensasi satu tahap (Single stage drying and polycondensation process).
2. Proses pengeringan polikondensasi dua tahap (Two stage drying and polycondensation process).

II.1.1. Proses Penta Sodium Triphosphate Satu Tahap

Pembuatan Penta Sodium Triphosphate dengan mengkonversi orthophosphate menjadi Penta Sodium Triphosphate yang dilakukan dalam satu langkah bisa terjadi dalam spray dryer atau rotary kiln saja, tetapi biasanya dalam proses ini digunakan spray dryer.

Salah satu proses satu tahap adalah proses *Hoechst – Knapsack*, yaitu dengan menyemprotkan larutan orthophosphate pada tekanan 1 – 2 Mpa ke dalam stainless steel spray tower secara cocurrent dengan gas panas. Alat pembakar diatur secara konsentrik sekitar nozzle sehingga menghasilkan daerah api yang berbentuk kerucut terhadap puncak menara. Larutan yang disemprot bergerak turun searah dengan gas pembakaran dan dengan cepat terjadi penguapan dan berubah ke triphosphate, Penta Sodium Triphosphate yang terbentuk dikumpulkan dalam tower cone dan dikeluarkan. Pemisahan partikel yang terikut dengan gas dilakukan dengan cyclone. Produk Penta Sodium Triphosphate yang dihasilkan dalam proses ini berbentuk powder.

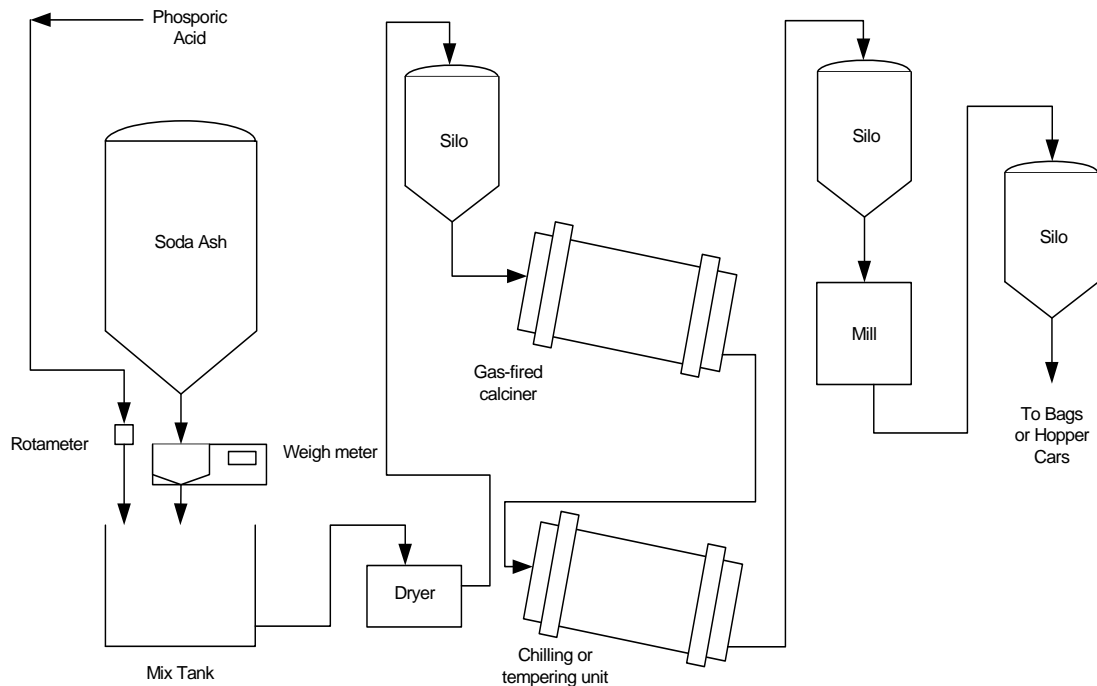


Gambar II.1. Diagram of plant for Production of triphosphate by the Hoechst-Knapsack process: a) Caustic soda; b) Phosphoric acid; c) Neutralization; d) spray tower; e) Cooling jacket; f) Burner; g) Spray nozzle; h) Cyclone; i) Cooling pipe; j) Wash tower; k) Rotary cooling drum; l) Product silo; m) Bag filling and weighing machine.

II.1.2. Proses Penta Sodium Triphosphate Dua Tahap

Dalam proses pembuatan Penta Sodium Triphosphate dua tahap, larutan orthophosphate tidak langsung diubah menjadi Penta Sodium Triphosphate melainkan diuapkan dulu airnya dalam tahap pertama dengan menambahkan monophosphate anhydrous. Seringkali kondensasi parsial dengan pembentukan diphosphate sudah terdapat dalam tahap ini. Kondensasi actual triphosphate terjadi pada tahap kedua.

Spray dryer dapat digunakan untuk menguapkan air yang terkandung dalam larutan orthophosphate dan rotary kiln yang berfungsi untuk mengkonversi orthophosphate menjadi Penta Sodium Triphosphate. Suplay energi didapat dari udara panas yang berasal dari gas api dalam rotary kiln (*Gas-fired calciner*).



Gambar II.2. Diagram of a plant for the manufacture of crystalline Penta Sodium Triphosphate.

II.2. Pemilihan Proses

Satu tahap dan dua tahap dalam proses pembuatan Penta Sodium Triphosphate mempunyai kelemahan dan kelebihan seperti tampak dalam tabel dibawah ini:

Tabel II.1. Perbedaan proses satu tahap dan dua tahap

PROSES	SATU TAHAP	DUA TAHAP
Alat utama	Spray dryer atau Rotary kiln	Spray dryer dan Rotary kiln
Proses	Suhu 300 – 550 °C	Suhu ± 600 °C
Spesifikasi produk	Produk kering	Produk akhir lebih kering karena mengalami dua kali pemanasan
Produk samping	Tidak ada	Memungkinkan Memproduksi Tetrasodium pyrophosphate

Dari tabel diatas dapat dinyatakan bahwa cara pembuatan Penta Sodium Triphosphate dengan proses dua tahap dimana peralatan utama yang digunakan adalah gas-fired calciner mempunyai kelebihan dibanding dengan proses satu tahap, oleh karena itu pabrik Penta Sodium Triphosphate ini dirancang dengan proses dua tahap.

II.3. Uraian Proses

Pada proses pembuatan Penta Sodium Triphosphate ini terdiri dari beberapa tahapan proses, yaitu antara lain:

1. Tahap netralisasi
2. Tahap pengeringan
3. Tahap polikondensasi (kalsinasi)
4. Tahap akhir

Sebelum melaksanakan tahap-tahap proses, perlu adanya persiapan bahan baku. Yang dimaksud dengan persiapan bahan baku adalah mengolah bahan baku agar dapat digunakan dalam keempat tahap proses.

a. Asam phosphate

Konsentrasi asam phosphate yang dipergunakan adalah 75% berat. (Shreve : 1975)

b. Soda Api

Untuk memudahkan reaksi netralisasi dalam tangki nanti, maka soda api yang berbentuk kristal putih perlu dilarutkan dahulu dalam air dan kelarutan natrium carbonat dalam air dingin sangat kecil tetpi dalam air panas sampai 174 gr / 100 gr H₂O pada 60°C. (Perry 6th ed. : 1984) Soda api yang berbentuk kristal diangkut dengan menggunakan screw conveyor diumpankan ke dalam tangki pelarutan soda api yang dilengkapi pengaduk dan pemanas. Bersamaan itu pula dipompakan air dari tangki air proses sehingga soda api dapat larut dalam tangki pelarutan soda api.

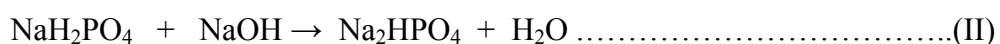
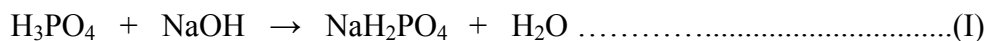
II.3.1. Tahap Netralisasi

Yang dimaksud netralisasi adalah proses pencampuran atau penetralan asam phosphate oleh soda api dalam tangki netralisasi sehingga diperoleh larutan garam. Proses netralisasi ini merupakan tahap yang menentukan untuk mendapatkan produk akhir Penta Sodium Triphosphate yang mempunyai konversi tinggi.

Reaksi antara asam phosphate dengan soda api diatur sedemikian rupa dengan mol ratio $\text{Na}_2\text{O} : \text{P}_2\text{O}_5 = 5 : 3$ dimana Na_2O dan P_2O_5 merupakan basis perhitungan untuk soda api dan asam phosphate. Proses netralisasi ini nantinya akan menghasilkan garam-garam orthophosphate yang berupa monosodium phosphate dan disodium phosphate dengan perbandingan mol 1 : 2.

Selain larutan garam orthophosphate yaitu monosodium phosphate dan disodium phosphate. Reaksi yang terjadi adalah eksotermis sehingga untuk menjaga agar suhu reaksi tidak tinggi, maka diberikan pendingin air.

Reaksi netralisasi ini adalah sebagai berikut:



Proses ini dilakukan dalam tangki netralisasi yang dilengkapi dengan agitator dan coil pemanas pada suhu operasi 60°C .

II.3.2. Tahap Pengeringan

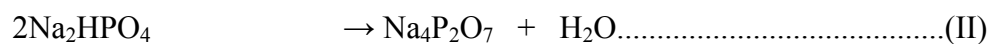
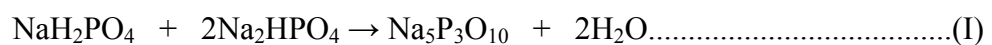
Pada tahap pengeringan ini, pengering yang dipakai adalah spray dryer dan calciner. Larutan orthophosphate yang terdiri dari monosodium phosphate dan disodium phosphate keluar dari tangki netralisasi diumpankan ke spray dryer dengan menggunakan pompa.

Pada proses ini gas pengering yang dihembuskan oleh blower pada suhu 500°C yang dihasilkan dari burner dan suhu produk keluar 170°C , demikian pula gas yang keluar bersama-sama dengan uap air suhunya 200°C , keluar melalui cyclone. Produk yang keluar dari spray dryer berupa garam orthophosphate kering dengan kadar air 2%, langsung diterima screw conveyor untuk diumpankan dalam calciner.

II.3.3. Tahap Polikondensasi (kalsinasi)

Yang dimaksud dengan tahap polikondensasi disini adalah reaksi pembentukan Penta Sodium Triphosphate dari garam orthophosphate kering. Karena reaksi ini selain membentuk Penta Sodium Triphosphate juga melepaskan air, maka reaksi ini disebut polikondensasi. Selain terbentuk Penta Sodium Triphosphate juga terbentuk Tetra Sodium Pyrophosphate dari disodium phosphate yang tidak bereaksi dengan Penta Sodium Triphosphate.

Reaksi:



Reaksi polikondensasi ini berlangsung dalam calciner, yang dipakai dalam rotary kiln.

Gas pembakar yang dipakai suhunya 800°C dan gas panas yang keluar bersama-sama uap air suhunya 300°C melalui cyclone dan produk keluar dari rotary kiln pada suhu 600°C diumpankan ke rotary cooler melalui screw conveyor.

II.3.4. Tahap akhir

Disebut tahap akhir karena proses pembuatan Penta Sodium Triphosphate sudah selesai dan pada tahap ini hanya merupakan proses fisik saja yaitu pendinginan, penggilingan dan pengemasan.

a. Pendinginan

Penta Sodium Triphosphate yang keluar dari rotary kiln masih dalam keadaan panas maka perlu dilakukan pendinginan agar dapat dikemas. Peralatan yang dipakai pada proses pendinginan ini adalah rotary cooler dan udara yang dipakai sebagai pendingin masuk ke rotary cooler pada suhu 30°C yang dihembuskan dari blower dan udara keluar pada suhu 400°C melalui cyclone. Pada rotary cooler ini Penta Sodium Triphosphate didinginkan secara perlahan-lahan. Dengan adanya proses pendinginan ini diharapkan akan menstabilkan dan pendinginan bertahap ini untuk mendapatkan kesempurnaan kejernihan produk

akhir yang seragam. Penta Sodium Triphosphate keluar dari rotary cooler pada suhu 60°C.

b. Penggilingan

Penta Sodium Triphosphate yang telah didinginkan dengan screw conveyor diumpankan kedalam alat penghalus, ball mill yang bertujuan untuk menghaluskan dengan kehlusan yang diinginkan karena ketika Penta Sodium Triphosphate keluar dari rotary cooler, bentuk dan ukurannya masih belum beraturan.

c. Pengemasan

Setelah dimasukkan kedalam hopper storage, maka Penta Sodium Triphosphate akan mengalir secara fluidisasi ke *packing machine*.